

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-232131
(P2002-232131A)

(43) 公開日 平成14年8月16日 (2002.8.16)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テーマト* (参考) |
|---------------------------|-------|--------------|-------------------|
| H 0 5 K 3/34 | 5 0 7 | H 0 5 K 3/34 | 5 0 7 Z 5 E 3 1 9 |
| B 2 3 K 3/04 | | B 2 3 K 3/04 | Y |
| 31/02 | 3 1 0 | 31/02 | 3 1 0 G |
| // B 2 3 K 1/00 | 3 3 0 | B 2 3 K 1/00 | 3 3 0 E |
| 1/008 | | 1/008 | C |

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-27093(P2001-27093)

(22) 出願日 平成13年2月2日 (2001.2.2)

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72) 発明者 延原 由利子

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

(72) 発明者 木村 直樹

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

(74) 代理人 100089118

弁理士 酒井 宏明

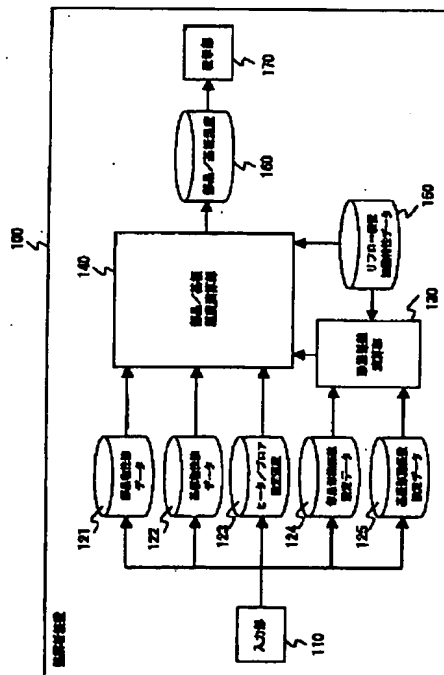
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱解析装置、加熱条件演算装置、熱解析方法、加熱条件演算方法およびそれらの方法をコンピュータに実行させるためのプログラム

(57) 【要約】

【課題】 リフロー装置等の加熱装置に与える加熱条件を決定するにあたって、被加熱物の形態係数を簡易的に導入することで、被加熱物の温度を正確にかつ迅速に予測することができる熱解析装置等を提供すること。

【解決手段】 被加熱物となる表面実装回路基板についての物性値データ121および122と、リフロー装置に与える加熱条件となるヒータおよびブローの設定温度123と、表面実装回路基板の形態係数を決定するための形態係数設定データ124および125とを入力し、入力したそれらデータとヒータやブローの数、その熱伝達率およびコンベア速度等のリフロー装置固有の加熱特性データ150とから形態係数を簡易的に決定するとともに、決定した形態係数を用いて、リフロー装置を通過する際の表面実装回路基板の温度を、基板とその上に載置された部品のそれぞれについて演算する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 加熱炉が所定の加熱条件に基づいて被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度を予測する熱解析装置において、

少なくとも前記加熱条件、前記被加熱物の物性値データおよび前記被加熱物の形態係数設定データを入力する入力手段と、

少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データと前記形態係数設定データとに基づいて、前記加熱源に対する前記被加熱物の位置に応じた形態係数を演算する形態係数演算手段と、

前記加熱条件、前記被加熱物の物性値、前記加熱炉加熱特性データおよび前記形態係数に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算手段と、
を備えたことを特徴とする熱解析装置。

【請求項2】 加熱炉が所定の加熱条件に基づいて被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度が所望の条件を満たすように前記加熱条件を導出する加熱条件演算装置において、

前記所望の条件を示した加熱特性データ、被加熱特性データおよび評価関数を入力する入力手段と、

前記加熱特性データおよび前記被加熱特性データに基づいて前記被加熱物の温度を演算する温度演算手段と、

前記温度演算手段によって演算された温度に対し、前記評価関数が所定の条件を満たすか否かを判定するとともに、満たさないと判定した場合に前記加熱条件を変更し、満たすと判定した場合に当該温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する判定手段と、

を備え、

前記温度演算手段は、前記判定手段によって前記加熱条件が変更されると、変更された加熱条件に基づいて、再度、前記被加熱物の温度を演算することを特徴とする加熱条件演算装置。

【請求項3】 加熱炉が所定の加熱条件に基づいて複数の構成部品からなる被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度が所望の条件を満たすように前記加熱条件を導出する加熱条件演算装置において、

少なくとも、前記複数の構成部品間の温度差が所定値以下となる場合に条件を満たすものとする評価関数、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値データを入力する入力手段と、

少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データ、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算手段と、

前記温度演算手段によって演算された温度が前記評価関数を満たすか否かを判定するとともに、満たさないと判定した場合に前記加熱条件を変更し、満たすと判定した場合に当該温度を演算する際に設定されていた加熱条件

を出力する判定手段と、

を備え、

前記温度演算手段は、前記判定手段によって前記加熱条件が変更されると、変更された加熱条件に基づいて、再度、前記被加熱物の温度を演算することを特徴とする加熱条件演算装置。

【請求項4】 前記判定手段において前記評価関数を満たすと判定された温度のうち、前記複数の構成部品間の温度差が最小となる温度を特定し、特定した温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する第2の判定手段を備えたことを特徴とする請求項3に記載の加熱条件演算装置。

【請求項5】 加熱炉が所定の加熱条件に基づいて被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度が所望の条件を満たすように前記加熱条件を導出する加熱条件演算装置において、

少なくとも、前記被加熱物の温度が所定の許容温度以下となる場合に条件を満たすものとする評価関数、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値データを入力する入力手段と、

少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データ、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算手段と、

前記温度演算手段によって演算された温度が前記評価関数を満たすか否かを判定するとともに、満たさないと判定した場合に前記加熱条件を変更し、満たすと判定した場合に当該温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する判定手段と、

を備え、

前記温度演算手段は、前記判定手段によって前記加熱条件が変更されると、変更された加熱条件に基づいて、再度、前記被加熱物の温度を演算することを特徴とする加熱条件演算装置。

【請求項6】 前記判定手段において前記評価関数を満たすと判定された温度のうち、前記被加熱物の温度と前記許容温度との差または当該差の n 乗の積分値($n > 0$)が最小となる温度を特定し、特定した温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する第2の判定手段を備えたことを特徴とする請求項5に記載の加熱条件演算装置。

【請求項7】 加熱炉が所定の加熱条件に基づいて被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度を予測する熱解析方法において、

少なくとも前記加熱条件、前記被加熱物の物性値データおよび前記被加熱物の形態係数設定データを入力する入力ステップと、

少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データと前記形態係数設定データとに基づいて、前記加熱源に対する前記被加熱物

の位置に応じた形態係数を演算する形態係数演算ステップと、

前記加熱条件、前記被加熱物の物性値、前記加熱炉加熱特性データおよび前記形態係数に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算ステップと、
を含んだことを特徴とする熱解析方法。

【請求項8】 加熱炉が所定の加熱条件に基づいて被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度が所望の条件を満たすように前記加熱条件を導出する加熱条件演算方法において、

少なくとも、前記所望の条件を示した評価関数、前記加熱条件、前記被加熱物の物性値データおよび前記被加熱物の形態係数設定データを入力する入力ステップと、

少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データと前記形態係数設定データとに基づいて、前記加熱源に対する前記被加熱物の位置に応じた形態係数を演算する形態係数演算ステップと、

前記加熱条件、前記被加熱物の物性値、前記加熱炉加熱特性データおよび前記形態係数に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算ステップと、

前記温度演算ステップにおいて演算された温度が前記評価関数を満たすか否かを判定するとともに、満たさないと判定した場合に前記加熱条件を変更し、満たすと判定した場合に当該温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する判定ステップと、

を含み、

前記判定ステップにおいて前記加熱条件が変更された際に、変更された加熱条件に基づいて、再度、前記温度演算ステップおよび前記判定ステップを繰り返すことを特徴とする加熱条件演算方法。

【請求項9】 加熱炉が所定の加熱条件に基づいて複数の構成部品からなる被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度が所望の条件を満たすように前記加熱条件を導出する加熱条件演算方法において、

少なくとも、前記複数の構成部品間の温度差が所定値以下となる場合に条件を満たすものとする評価関数、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値データを入力する入力ステップと、

少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データ、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算ステップと、

前記温度演算ステップにおいて演算された温度が前記評価関数を満たすか否かを判定するとともに、満たさないと判定した場合に前記加熱条件を変更し、満たすと判定した場合に当該温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する判定ステップと、

を含み、

前記判定ステップにおいて前記加熱条件が変更された際

に、変更された加熱条件に基づいて、再度、前記温度演算ステップおよび前記判定ステップを繰り返すことを特徴とする加熱条件演算方法。

【請求項10】 前記判定ステップにおいて前記評価関数を満たすと判定された温度のうち、前記複数の構成部品間の温度差が最小となる温度を特定し、特定した温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する第2の判定ステップを含んだことを特徴とする請求項9に記載の加熱条件演算方法。

【請求項11】 加熱炉が所定の加熱条件に基づいて被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度が所望の条件を満たすように前記加熱条件を導出する加熱条件演算方法において、

少なくとも、前記被加熱物の温度が所定の許容温度以下となる場合に条件を満たすものとする評価関数、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値データを入力する入力ステップと、

少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データ、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算ステップと、

前記温度演算ステップにおいて演算された温度が前記評価関数を満たすか否かを判定するとともに、満たさないと判定した場合に前記加熱条件を変更し、満たすと判定した場合に当該温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する判定ステップと、

を含み、

前記判定ステップにおいて前記加熱条件が変更された際に、変更された加熱条件に基づいて、再度、前記温度演算ステップおよび前記判定ステップを繰り返すことを特徴とする加熱条件演算方法。

【請求項12】 前記判定ステップにおいて前記評価関数を満たすと判定された温度のうち、前記被加熱物の温度と前記許容温度との差または当該差の n 乗の積分値 ($n > 0$) が最小となる温度を特定し、特定した温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する第2の判定ステップを含んだことを特徴とする請求項11に記載の加熱条件演算方法。

【請求項13】 前記請求項7～12のいずれか一つに記載された方法をコンピュータに実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、表面実装回路基板のリフロー半田付け時等の加熱制御によって到達する被加熱物の温度を事前に解析する熱解析装置と、被加熱物が目標温度に達するための加熱装置の加熱条件を演算する加熱条件演算装置と、それらを実現する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年の軽薄短小および低消費電力化を実現する電子デバイスの要求にともない、電子デバイスの主要を担うICチップの小型化が進んでいる。現状において実際に流通しているICチップ(ベアチップ)のサイズは、そのような要求を十分に満たすものであり、電子デバイスのサイズは、このICチップのサイズよりもむしろICチップを包むパッケージのサイズによって決まる。

【0003】その一方で、半導体メーカー側にとっては、ベアチップやフリップチップの形態で半導体デバイスを供給するよりも、チップのリードを引き出してモールド封止したパッケージ形態によって供給する方が、テスト工程におけるハンドリングが容易となり、コストの低下を図れるという点で好まれている。

【0004】このような背景から、ICチップは、特にその高さ方向の実装密度を高めた表面実装型パッケージが主流となりつつあり、SOP (Small Outline Package)、QFP (Quad Flat Package) およびBGA (Ball Grid Array) 等の種々の形態で提供されている。

【0005】このようなICチップを含めた表面実装型の種々の電子部品の登場により、電子回路基板の小型化および高集積化が図られ、同一の回路基板上に配置される部品点数も増加する傾向にある。通常、それら電子部品のプリント配線基板上への実装、すなわちプリント配線基板上の所定の電極パッド部と電子部品との電気的な接続は、いわゆるリフロー半田付け処理によって実現されている。

【0006】リフロー半田付け処理は、所定の配線パターンが形成されたプリント配線基板上において、電子部品との電気的接続を果たす電極パッド部にクリーム半田を印刷する半田印刷工程と、印刷された半田上に電極ピンまたはバンパが位置するように電子部品をマウントするマウント工程と、印刷された半田を溶融および固着させて電子部品とプリント配線との電気的接続を果たすリフロー工程との一連の流れによって達成される。

【0007】半田印刷工程、マウント工程、リフロー工程は、それぞれ印刷機、マウンタ、リフロー装置によっておこなわれ、それら装置はコンベアを備えて、自装置で処理後のプリント配線基板を順に後段の装置へと送り出す。これら装置の中でも、特に、リフロー装置は、半田を溶融させるために、プリント配線基板と電子部品を加熱させる必要があり、その加熱の制御を主機能としている。

【0008】図11は、従来のリフロー装置の構成と温度プロファイルを説明するための説明図である。図11(a)において、リフロー装置は、表面実装回路基板700をコンベア701によって予備加熱室、本加熱室、冷却室へと順次搬送することで、表面実装回路基板700に対するリフロー半田付けをおこなう。ここで、表面実装回路基板700とは、印刷機によって半田印刷され

た後に、マウンタによって種々の電子部品が載置された状態のプリント配線基板のことを指すものとする。

【0009】図11(a)に示すように、まず、リフロー装置は、予備加熱室に搬送された表面実装回路基板700に対し、ヒータ703および熱風ブロー702の併用による加熱後、熱風ブロー702のみによる均熱処理を施す。この予備加熱期間では、表面実装回路基板700の基板部については同図(b)の実線801に示すように、また表面実装回路基板700上の部品については同図(b)の点線802に示すように、均熱温度に達する。

【0010】つぎに、リフロー装置は、本加熱室に搬送された表面実装回路基板700に対し、ヒータ703および熱風ブロー702の併用による高加熱後、熱風ブロー702のみによる均熱処理を施す。この本加熱期間では、表面実装回路基板700の基板部および部品についてそれぞれ、同図(b)の実線801および点線802に示すように、リフロー温度に達する。これにより、表面実装回路基板700に印刷された半田が溶融し、部品とプリント配線とが接合する。そして、表面実装回路基板700が冷却室で冷却されることにより、溶融した半田が固着し、部品とプリント配線との電気的接続が達成される。

【0011】このように、リフロー装置では、図11(b)に示したような温度プロファイルに従った温度制御、すなわち温度制御を正確におこなうために、コンベア701の速度、ヒータ703の加熱温度、熱風ブローの熱風温度等の加熱条件を正確に決定する必要がある。なお、加熱条件としては他にも、リフロー装置固有の加熱特性データや、基板の種別、サイズおよびその物性値、基板上に載置された部品の種別、サイズおよびその物性値等の表面実装回路基板700に関するデータなどがある。

【0012】ところが、このような加熱条件の設定作業が煩雑で時間がかかるという理由から、リフロー装置による実際の温度制御は、多くの場合、作業者が経験や勘を頼りに、まず、被加熱物が所望の温度になるとと思われる加熱条件をリフロー装置に設定し、その設定により得られた結果から再度その加熱条件を調整するといった作業を繰り返していた(以下、これを第一の方法と称する。)

【0013】また、他の方法として、リフロー装置の加熱特性データと被加熱物のサイズや物性データをリフロー装置や他の別の装置に入力し、被加熱物が所望の温度となる加熱条件を計算させて、そのリフロー装置に設定することもおこなわれていた(以下、これを第二の方法と称する。)

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記第一の方法では、加熱条件の設定に熟練を必要とするた

め、熟練した技術を取得した特定の作業員でしか実現することができなかった。また、上記第二の方法では、あらかじめ入力したリフロー装置の加熱特性データと被加熱物の特性データから最適な設定値を計算するため、作業員に熟練を必要としないが、より正確な計算をおこなおうとすると、被加熱物等の多くのデータを必要とし、その入力作業が煩雑となるばかりでなく、その計算に多くの時間を要するため、実際のリフロー半田付け工程に迅速に移行することができず、実作業に組み入れるには現実的ではなかった。

【0015】また、現行の共晶半田は鉛を約37%以上含む合金であり、その鉛の存在が電子機器の廃棄・リサイクルの大きな障害となっていることから、今後、鉛フリー半田を使用しようとする背景がある。ところが、鉛フリー半田は、共晶半田よりも熔融温度が高いため、リフロー装置においても表面実装回路基板を加熱する温度を高くする必要があり、部品の耐熱温度を越えないようにより正確に温度制御をおこなわなければならないという課題が生じている。

【0016】本発明は上記に鑑みてなされたものであって、リフロー装置等の加熱装置に与える加熱条件を決定するにあたって、被加熱物の形態係数を簡易的に導入することで、最適な加熱条件を正確にかつ迅速に導き出すことができる熱解析装置、加熱条件演算装置、それらを実現する方法およびその方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1にかかる熱解析装置にあっては、加熱炉が所定の加熱条件に基づいて被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度を予測する熱解析装置において、少なくとも前記加熱条件、前記被加熱物の物性値データおよび前記被加熱物の形態係数設定データを入力する入力手段と、少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データと前記形態係数設定データとに基づいて、前記加熱源に対する前記被加熱物の位置に応じた形態係数を演算する形態係数演算手段と、前記加熱条件、前記被加熱物の物性値、前記加熱炉加熱特性データおよび前記形態係数に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算手段と、を備えたことを特徴とする。

【0018】また、請求項2にかかる加熱条件演算装置にあっては、加熱炉が所定の加熱条件に基づいて被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度が所望の条件を満たすように前記加熱条件を導出する加熱条件演算装置において、前記所望の条件を示した加熱特性データ、被加熱特性データおよび評価関数を入力する入力手段と、前記加熱特性データおよび前記被加熱特性データに基づいて前記被加熱物の温度を演算する温度演算手段と、前記温度演算手段によって演算された温度に対し、前記評

価関数が所定の条件を満たすか否かを判定するとともに、満たさないと判定した場合に前記加熱条件を変更し、満たすと判定した場合に当該温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する判定手段と、を備え、前記温度演算手段は、前記判定手段によって前記加熱条件が変更されると、変更された加熱条件に基づいて、再度、前記被加熱物の温度を演算することを特徴とする。

【0019】また、請求項3にかかる加熱条件演算装置にあっては、加熱炉が所定の加熱条件に基づいて複数の構成部品からなる被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度が所望の条件を満たすように前記加熱条件を導出する加熱条件演算装置において、少なくとも、前記複数の構成部品間の温度差が所定値以下となる場合に条件を満たすものとする評価関数、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値データを入力する入力手段と、少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データ、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算手段と、前記温度演算手段によって演算された温度が前記評価関数を満たすか否かを判定するとともに、満たさないと判定した場合に前記加熱条件を変更し、満たすと判定した場合に当該温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する判定手段と、を備え、前記温度演算手段は、前記判定手段によって前記加熱条件が変更されると、変更された加熱条件に基づいて、再度、前記被加熱物の温度を演算することを特徴とする。

【0020】また、請求項4にかかる加熱条件演算装置にあっては、請求項3の発明において、前記判定手段において前記評価関数を満たすと判定された温度のうち、前記複数の構成部品間の温度差が最小となる温度を特定し、特定した温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する第2の判定手段を備えたことを特徴とする。

【0021】また、請求項5にかかる加熱条件演算装置にあっては、加熱炉が所定の加熱条件に基づいて被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度が所望の条件を満たすように前記加熱条件を導出する加熱条件演算装置において、少なくとも、前記被加熱物の温度が所定の許容温度以下となる場合に条件を満たすものとする評価関数、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値データを入力する入力手段と、少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データ、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算手段と、前記温度演算手段によって演算された温度が前記評価関数を満たすか否かを判定するとともに、満たさないと判定した場合に前記加熱条件を変更し、満たすと判定した場合に当該温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する判定手段と、を備え、前記温度演算手段は、前

記判定手段によって前記加熱条件が変更されると、変更された加熱条件に基づいて、再度、前記被加熱物の温度を演算することを特徴とする。

【0022】また、請求項6にかかる加熱条件演算装置にあつては、請求項5の発明において、前記判定手段において前記評価関数を満たすと判定された温度のうち、前記被加熱物の温度と前記許容温度との差または当該差の n 乗の積分値 ($n > 0$) が最小となる温度を特定し、特定した温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する第2の判定手段を備えたことを特徴とする。

【0023】また、請求項7にかかる熱解析方法にあつては、加熱炉が所定の加熱条件に基づいて被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度を予測する熱解析方法において、少なくとも前記加熱条件、前記被加熱物の物性値データおよび前記被加熱物の形態係数設定データを入力する入力ステップと、少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データと前記形態係数設定データとに基づいて、前記加熱源に対する前記被加熱物の位置に応じた形態係数を演算する形態係数演算ステップと、前記加熱条件、前記被加熱物の物性値、前記加熱炉加熱特性データおよび前記形態係数に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算ステップと、を含んだことを特徴とする。

【0024】また、請求項8にかかる熱解析方法にあつては、加熱炉が所定の加熱条件に基づいて被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度が所望の条件を満たすように前記加熱条件を導出する加熱条件演算方法において、少なくとも、前記所望の条件を示した評価関数、前記加熱条件、前記被加熱物の物性値データおよび前記被加熱物の形態係数設定データを入力する入力ステップと、少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データと前記形態係数設定データとに基づいて、前記加熱源に対する前記被加熱物の位置に応じた形態係数を演算する形態係数演算ステップと、前記加熱条件、前記被加熱物の物性値、前記加熱炉加熱特性データおよび前記形態係数に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算ステップと、前記温度演算ステップにおいて演算された温度が前記評価関数を満たすか否かを判定するとともに、満たさないと判定した場合に前記加熱条件を変更し、満たすと判定した場合に当該温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する判定ステップと、を含み、前記判定ステップにおいて前記加熱条件が変更された際に、変更された加熱条件に基づいて、再度、前記温度演算ステップおよび前記判定ステップを繰り返すことを特徴とする。

【0025】また、請求項9にかかる熱解析方法にあつては、加熱炉が所定の加熱条件に基づいて複数の構成部品からなる被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度が所望の条件を満たすように前記加熱条件を導出する加熱条件演算方法において、少なくとも、前記複数の構

成部品間の温度差が所定値以下となる場合に条件を満たすものとする評価関数、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値データを入力する入力ステップと、少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データ、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算ステップと、前記温度演算ステップにおいて演算された温度が前記評価関数を満たすか否かを判定するとともに、満たさないと判定した場合に前記加熱条件を変更し、満たすと判定した場合に当該温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する判定ステップと、を含み、前記判定ステップにおいて前記加熱条件が変更された際に、変更された加熱条件に基づいて、再度、前記温度演算ステップおよび前記判定ステップを繰り返すことを特徴とする。

【0026】また、請求項10にかかる熱解析方法にあつては、請求項9の発明において、前記判定ステップにおいて前記評価関数を満たすと判定された温度のうち、前記複数の構成部品間の温度差が最小となる温度を特定し、特定した温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する第2の判定ステップを含んだことを特徴とする。

【0027】また、請求項11にかかる熱解析方法にあつては、加熱炉が所定の加熱条件に基づいて被加熱物を加熱した場合の当該被加熱物の温度が所望の条件を満たすように前記加熱条件を導出する加熱条件演算方法において、少なくとも、前記被加熱物の温度が所定の許容温度以下となる場合に条件を満たすものとする評価関数、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値データを入力する入力ステップと、少なくとも前記加熱炉の加熱源の個数や配置に関するデータを含んだ加熱炉加熱特性データ、前記加熱条件および前記被加熱物の物性値に基づいて、前記被加熱物の温度を演算する温度演算ステップと、前記温度演算ステップにおいて演算された温度が前記評価関数を満たすか否かを判定するとともに、満たさないと判定した場合に前記加熱条件を変更し、満たすと判定した場合に当該温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する判定ステップと、を含み、前記判定ステップにおいて前記加熱条件が変更された際に、変更された加熱条件に基づいて、再度、前記温度演算ステップおよび前記判定ステップを繰り返すことを特徴とする。

【0028】また、請求項12にかかる熱解析方法にあつては、請求項11の発明において、前記判定ステップにおいて前記評価関数を満たすと判定された温度のうち、前記被加熱物の温度と前記許容温度との差または当該差の n 乗の積分値 ($n > 0$) が最小となる温度を特定し、特定した温度を演算する際に設定されていた加熱条件を出力する第2の判定ステップを含んだことを特徴とする。

【0029】また、請求項13にかかるプログラムにあっては、請求項7～12に記載された方法をコンピュータに実行させる。

【0030】

【発明の実施の形態】以下に、本発明にかかる熱解析装置、加熱条件演算装置およびそれらを実現する方法の実施の形態を図面に基いて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。特に、この実施の形態においては、表面実装回路基板を被加熱物とし、それを加熱する加熱装置をリフロー装置とした場合を例に挙げて説明する。

【0031】（実施の形態1）まず、実施の形態1にかかる熱解析装置およびそれを実現する方法について説明する。実施の形態1にかかる熱解析装置とそれを実現する方法、すなわち熱解析方法は、被加熱物となる表面実装回路基板についての物性値データと、リフロー装置に与える加熱条件となるヒータおよびプロアの設定温度と、表面実装回路基板の形態係数を決定するための形態係数設定データとを入力し、入力したそれらデータとヒータやプロアの数、その熱伝達率およびコンベア速度等のリフロー装置固有の加熱特性データとから形態係数を簡易的に決定するとともに、決定した形態係数を用いて、リフロー装置を通過する際の表面実装回路基板の温度を、基板とその上に載置された部品のそれぞれについて演算することを特徴としている。

【0032】図1は、実施の形態1にかかる熱解析装置の概略構成を示すブロック図である。図1において、熱解析装置100は、種々のデータを入力する入力部110と、入力部110によって入力された部品物性値データ121、基板物性値データ122、ヒータ／プロア設定温度123、部品形態係数設定データ124および基板形態係数設定データ125をそれぞれ記憶する記憶部と、リフロー装置加熱特性データ150を記憶する記憶部と、部品形態係数設定データ124、基板形態係数設定データ125およびリフロー装置加熱特性データ150に基づいて部品／基板温度の演算に用いる形態係数を演算する形態係数演算部130と、部品／基板温度を演算する部品／基板温度演算部140と、部品／基板温度演算部140の演算結果である部品／基板温度160を記憶する記憶部と、入力された各種データや部品／基板温度演算部140の演算結果を表示する表示部170とを備えて構成される。

【0033】特にこの実施の形態では、部品／基板温度演算部140における部品または基板の温度 $T(t)$ の演算は、以下の数式1に示す微分方程式を4次のルンゲ・クッタ法を用いた数値解析によりおこなうこととする。

【0034】

【数1】

$$\frac{dT}{dt} = k_1 \cdot (Th^4 - T(t)^4) + k_2 \cdot (Tg - T(t))$$

$$k_1 = \frac{\sigma \cdot \epsilon_1 \cdot \epsilon_2 \cdot F_{12} \cdot S}{C}$$

$$k_2 = \frac{\alpha \cdot S}{C}$$

【0035】ここで、数式1を構成する各パラメータは、ヒータ温度(Th)、プロア温度(Tg)、ボルツマン定数(σ)、ヒータの放射率(ϵ_1)、被加熱物の放射率(ϵ_2)、ヒータに対する被加熱物の形態係数(F_{12})、被加熱物の表面積(S)、被加熱物の熱容量(C)、プロアの熱伝達率(α)を表している。

【0036】また、4次のルンゲ・クッタ法は、常微分方程式の数値解析法として標準的なものである。この数値解析法は、具体的には、 $y' = f(x, y)$ 、 $y(x_0) = y_0$ が与えられたとき、

【数2】

$$y_{i+1} = y_i + \frac{a_1 + 2a_2 + 2a_3 + a_4}{6}$$

$$a_1 = h \cdot f(x_i, y_i)$$

$$a_2 = h \cdot f\left(x_i + \frac{h}{2}, y_i + \frac{a_1}{2}\right)$$

$$a_3 = h \cdot f\left(x_i + \frac{h}{2}, y_i + \frac{a_2}{2}\right)$$

$$a_4 = h \cdot f(x_i + h, y_i + a_3)$$

のように順に計算していくことで解を得る。ここで、 h は分割幅($x_{i+1} - x_i$)である。なお、この式は、Taylor展開の h^4 のオーダーの打ち切り誤差を持つ。

【0037】ここで、数式1= $f(t, T(t))$ として、これを上記数式2に適用することにより、時間 t 時の基板または部品の温度 $T(t)$ を予測することができる。よって、ヒータの放射率および設定温度とプロアの熱伝達率および設定温度とを共通のパラメータとすると、表面実装回路基板上のある特定の部品の温度を演算するには、その部品の放射率、その部品の表面積、その部品の熱容量およびヒータに対するその部品の形態係数が必要となり、表面実装回路基板の基板の温度を演算するには、その基板の放射率、その基板の表面積、その基板の熱容量およびヒータに対するその基板の形態係数を上記した部品形態係数設定データが必要となる。

【0038】ここで、ヒータの設定温度とプロアの設定温度は、上記したヒータ／プロア設定温度123に対応し、ある特定の部品の放射率、その部品の表面積およびその部品の熱容量は、上記した部品物性値データ121を構成するデータに対応し、基板の放射率、その基板の表面積およびその基板の熱容量は、上記した基板物性値データ122を構成するデータに対応する。

【0039】また、ヒータの放射率およびブローの熱伝達率は、上記したリフロー装置加熱特性データ150を構成するデータに対応する。図2は、実施の形態1において想定しているリフロー装置の構成図であり、リフロー装置加熱特性データ150にはこのリフロー装置に関する種々のデータを含んでいる。

【0040】図2において、リフロー装置200は、コンベア202によって搬送される表面実装回路基板201に対し、領域0においてヒータ203のみによる加熱後、領域1においてヒータ203およびブロー204により加熱し、領域2においてブロー204のみによる均熱処理を施す。この領域0～2は、図11(a)に示した予備加熱期間に相当し、表面実装回路基板201は図11(b)に示したような均熱温度に達する。

【0041】つぎに、リフロー装置200は、本加熱室に相当する領域3において、表面実装回路基板201に対し、ヒータ203およびブロー204の併用によって高加熱することで、表面実装回路基板201を構成する基板および部品の温度を図11(b)に示したようなリフロー温度まで上昇させる。その後、リフロー装置200は、表面実装回路基板201を領域4に搬送して冷却する。

【0042】特に、リフロー装置加熱特性データ150には、図2に示したコンベア202の速度も含まれており、表面実装回路基板201がリフロー装置200に投入されてから、何秒後にどの領域に到達または脱するかを知得できる。

【0043】一方、ヒータに対する部品の形態係数とヒータに対する基板の形態係数は、部品および基板がヒータに対してどの位置にあるかによって異なるため、その値はリフロー装置加熱特性データ150に含まれるコンベア速度と、ヒータに対するそれら被加熱物の位置と形態係数との対応データに基づいて決定される。上記した部品形態係数設定データ124は、このヒータに対する部品の位置と形態係数との対応データに相当し、上記した基板形態係数設定データ125は、ヒータに対する基板の位置と形態係数との対応データに相当する。

【0044】図3は、ヒータに対する基板の位置と形態係数との対応データの一例を説明するための説明図である。例えば、図3(a)に示す位置211または位置212のように、ヒータ203の加熱領域内に位置する基板の長さが25%未満である場合には、形態係数を0と定め、同図(b)に示す位置213または位置214のように、ヒータ203の加熱領域内に位置する基板の長さが25%以上75%未満である場合には、形態係数を0.5と定める。また、同図(c)に示す位置215のように、ヒータ203の加熱領域内に位置する基板の長さが75%以上である場合には、形態係数を0.9と定める。なお、部品についても同様に定めることができる。

【0045】図4は、ヒータに対する基板の位置と形態係数との対応データの他の例を説明するための説明図である。ヒータに対する基板の位置は、コンベア202による搬送によって変化するため、その形態係数は、図4に示すように、時間関数として定めることができる。なお、図4中も1～も5は、例として、図3中に付した $t = t_1 \sim t_5$ の各位置に相当する。部品についても同様に定めることができる。

【0046】つぎに、この熱解析装置100の動作、すなわち熱解析方法について説明する。図5は、熱解析装置100の動作を示すフローチャートである。図5において、まず、利用者は入力部110によって、上記したような部品の物性値および基板の物性値を入力する(ステップS101)。同様に、上記したヒータ/ブロー温度と部品/基板形態係数設定データを入力する(ステップS102, S103)。特に、これらデータのうち、図2に示したような領域ごとにその値が異なるものは、領域ごとに入力する。

【0047】そして、熱解析装置100内において、部品の物性値および基板の物性値とヒータ/ブロー温度は、部品/基板温度演算部140に入力され、部品/基板形態係数設定データは、形態係数演算部130に入力される。また、部品/基板温度演算部140および形態係数演算部130は、リフロー装置加熱特性データ150を取得し、表面実装回路基板がリフロー装置に投入されてから排出されるまでに要する時間や、表面実装回路基板が図2に示したような各領域に何秒後に到達または脱するかを演算しておく(ステップS104)。

【0048】そして、時間 t を初期化し(ステップS105)、形態係数演算部130が、図4に示したような形態係数設定データに基づいて、時間 t において定まる部品および基板のそれぞれについての形態係数を演算する(ステップS106)。つづいて、部品/基板温度演算部140が、形態係数演算部130によって演算された形態係数と、部品物性値データ121、基板物性値データ122、ヒータ/ブロー設定温度123およびリフロー装置加熱特性データ150を用いて、時間 t における部品および基板の温度を数式1から導出する(ステップS107)。

【0049】時間 t が、所定の最大値(表面実装回路基板がリフロー装置に投入されてから排出されるまでに要する時間等)に達していないならば(ステップS108否定)、時間 t に1秒加算し(ステップS110)、再度ステップS106～S108の処理を繰り返す。時間 t が、所定の最大値に達した場合には(ステップS108肯定)、表示部170が、部品および基板のそれぞれの温度を、所定時間時での値や全体を表したグラフとして表示する(ステップS109)。

【0050】図6は、熱解析結果の表示例を示す図である。図6に示すように、解析結果ウィンドウ302に、

基板および部品の所定時間後の温度が表示される。なお、図6に示す例では、41秒後、130秒後、171秒後が順に図2に示した領域1、領域2、領域3を脱する位置に相当するため、例えば、予備加熱完了直後の部品の温度は125.4℃であり、本加熱直後の部品の温度は176.1℃になると予測されている。また、グラフ・ウィンドウ303に示すように、図2に示した領域0~4に亘る部品および基板の温度プロファイルを表示することもできる。

【0051】なお、図6では、設定値入力ウィンドウ301内に、入力部110によって入力されたデータも示している。特に、上記ステップS101~S103での各データの inputs は、この設定値入力ウィンドウ301の該当する箇所に直接数値を入力することで実現することもできる。また、熱解析装置100は、図6の解析結果ウィンドウ302に示すように、基板と部品との間の温度を演算して表示することもできる。これにより、基板と部品との温度差は小さいほうが好ましいため、利用者は、ヒータ温度とブローア温度を決定する際に、表示された温度差を参考にすることができる。

【0052】以上に説明したとおり、実施の形態1にかかる熱解析装置および熱解析方法によれば、ヒータに対する部品および基板の形態係数を、表面実装回路基板の搬送速度に基づいて、あらかじめ与えたいいくつかの選択値からまたはあらかじめ与えた時間関数のグラフから決定し、その形態係数を用いた伝熱式によって部品および基板の温度を演算するので、煩雑な形態係数の入力作業を省くことができるとともに、所定時間後の部品および基板の温度をより正確にかつ迅速に知得することができる。

【0053】これにより、例えば、ヒータやブローアの設定温度を変更した場合にも、従来と比べて、部品および基板の温度を速く正確に求めることができ、部品や基板の耐熱温度や目標温度を考慮した最適な設定温度を決定するにも多くの時間を要せず、リフロー装置等の実際の加熱装置の稼働に迅速に移行することができる。

【0054】なお、以上に説明した実施の形態1にかかる熱解析装置は、コンピュータ・システムに代替することができ、その場合、上記した部品/基板温度演算部140および形態係数演算部130は、CPU上のロジックにより実現され、上記した熱解析方法は、コンピュータ・プログラムによって実現される。

【0055】(実施の形態2) つぎに、実施の形態2にかかる加熱条件演算装置およびそれを実現する方法について説明する。実施の形態2にかかる加熱条件演算装置およびそれを実現する方法、すなわち加熱条件演算方法は、被加熱物となる表面実装回路基板についての物性値データと、表面実装回路基板の形態係数を決定するための形態係数設定データと、表面実装回路基板の目標温度と、評価関数を設定するためのデータとを入力し、入力

した物性値データおよび形態係数設定データとヒータやブローアの数、その熱伝達率およびコンベア速度等のリフロー装置固有の加熱特性データとから形態係数を簡易的に決定するとともに、決定した形態係数を用いて、表面実装回路基板の温度が目標温度になりかつ評価関数を満たすように、ヒータおよびブローアの設定温度を演算することを特徴としている。

【0056】図7は、実施の形態2にかかる加熱条件演算装置の概略構成を示すブロック図である。図7において、加熱条件演算装置400は、入力部410と、入力部410によって入力された部品物性値データ421、基板物性値データ422、部品形態係数設定データ424、基板形態係数設定データ425、目標温度426および評価関数設定データ427をそれぞれ記憶する記憶部と、後述する判定部480によって必要に応じて変更されるヒータ/ブローア設定温度423を記憶する記憶部と、リフロー装置加熱特性データ450を記憶する記憶部と、形態係数演算部430と、部品/基板温度演算部440と、部品/基板温度460を記憶する記憶部と、部品/基板温度演算部440によって演算された結果が目標温度426および評価関数を満たすか否かの判定をおこなう判定部480と、入力された各種データや部品/基板温度演算部440の演算結果を表示する表示部470とを備えて構成される。

【0057】なお、図中、入力部410、部品物性値データ421、基板物性値データ422、部品形態係数設定データ424、基板形態係数設定データ425、リフロー装置加熱特性データ450、形態係数演算部430、部品/基板温度演算部440、部品/基板温度460および表示部470は、順に、図1に示した入力部110、部品物性値データ121、基板物性値データ122、部品形態係数設定データ124、基板形態係数設定データ125、リフロー装置加熱特性データ150、形態係数演算部130、部品/基板温度演算部140、部品/基板温度160および表示部170と同機能または同内容であるため、ここではそれらの説明を省略する。

【0058】よって、実施の形態2においても、部品/基板温度演算部440における部品/基板温度の演算に実施の形態1において説明した数式1および数式2を用い、形態係数の演算もまた同様である。また、リフロー装置の構成も図2に示したとおりとする。

【0059】目標温度426とは、リフロー温度として部品および基板に与える最高温度を示し、図2では、表面実装回路基板が領域3を脱する位置に到達した時点での温度を表している。また、評価関数設定データ427とは、判定部480において、部品/基板温度演算部440による演算結果を採用するか否かの判定に用いる評価関数を定義づけるためのデータであり、例えば、基板と部品との許容温度差である。この場合、評価関数は、演算結果から導き出される基板と部品との温度差が上記

した許容温度差未満である場合に真の値を返すような式である。

【0060】つぎに、この加熱条件演算装置400の動作、すなわち加熱条件演算方法について説明する。図8は、加熱条件演算装置400の動作を示すフローチャートである。図8において、まず、利用者は入力部410によって、上記したような部品の物性値および基板の物性値を入力する(ステップS201)。同様に、上記した部品/基板形態係数設定データと目標温度と評価関数設定データを入力する(ステップS202、S203)。特に、これらデータのうち、図2に示したような領域ごとにその値が異なるものは、領域ごとに入力する。

【0061】そして、加熱条件演算装置400内において、部品の物性値および基板の物性値は、部品/基板温度演算部440に入力され、部品/基板形態係数設定データは、形態係数演算部430に入力される。また、部品/基板温度演算部440および形態係数演算部430は、リフロー装置加熱特性データ450を取得し、表面実装回路基板がリフロー装置に投入されてから排出されるまでに要する時間や、表面実装回路基板が図2に示したような各領域に何秒後に到達または脱するかを演算しておく(ステップS204)。

【0062】つづいて、判定部480が、ヒータおよびブローの設定温度を所定の初期値に設定する(ステップS205)。そして、時間 t を初期化し(ステップS206)、形態係数演算部430が、図4に示したような形態係数設定データに基づいて、時間 t において定まる部品および基板のそれぞれについての形態係数を演算する(ステップS207)。つづいて、部品/基板温度演算部440が、形態係数演算部130によって演算された形態係数と、判定部480によって設定されたヒータ/ブロー設定温度423と、部品物性値データ421、基板物性値データ422およびリフロー装置加熱特性データ450とを用いて、時間 t における部品および基板の温度を数式1から導出する(ステップS208)。

【0063】時間 t が、所定の最大値(表面実装回路基板がリフロー装置に投入されてから排出されるまでに要する時間等)に達していないならば(ステップS209否定)、時間 t に1秒加算し(ステップS213)、再度ステップS207～S209の処理を繰り返す。時間 t が、所定の最大値に達した場合には(ステップS209肯定)、判定部480が、部品/基板温度演算部440が $t=0\sim\text{MAX}$ に亘って演算した部品の温度プロファイル $T_b(t)$ および基板の温度プロファイル $T_k(t)$ を採用するか否かの判定をおこなう。

【0064】この判定は、部品の温度プロファイル $T_b(t)$ および基板の温度プロファイル $T_k(t)$ が、評価関数を満たすか否かによっておこなわれる(ステップS210)。例えば、評価関数として、基板と部品との

温度差が許容値以下であるか否かを判定する関数を用いた場合には、判定部480は、部品の温度プロファイル $T_b(t)$ および基板の温度プロファイル $T_k(t)$ において、同時刻でのそれら温度の差の最大値を算出し、算出した値が上記した許容値以下である場合に評価関数を満たすものと判定する。

【0065】評価関数としては、上記した基板と部品との温度差を評価する関数以外にも、部品の温度プロファイル $T_b(t)$ と基板の温度プロファイル $T_k(t)$ の最大値がそれぞれ所定の許容温度を超えているか否かを評価する関数を用いることもできる。

【0066】判定部480は、演算された部品の温度プロファイル $T_b(t)$ および基板の温度プロファイル $T_k(t)$ が評価関数を満たしていると判定すると、つぎに、それら部品の温度プロファイル $T_b(t)$ および基板の温度プロファイル $T_k(t)$ の最終温度(ここでは、図2に示した領域3を脱する地点での温度であり、リフロー温度を表す。)が目標温度426を満たしているか否かを判定する(ステップS211)。そして、判定部480は、部品の温度プロファイル $T_b(t)$ および基板の温度プロファイル $T_k(t)$ の最終温度が目標温度426を満たしていると判定すると、表示部170が、部品の温度プロファイル $T_b(t)$ および基板の温度プロファイル $T_k(t)$ のうち、所定時間時でのそれぞれの温度やプロファイル全体を表したグラフとして表示するとともに、それらプロファイルを得るために設定したヒータおよびブローの設定温度を表示する(ステップS212)。

【0067】一方、ステップS210において評価関数を満たさないと判定された場合およびステップS211において目標温度を満たさないと判定された場合には、判定部480は、ステップS205に戻り、ヒータおよびブローの設定温度を前回と異なる値に設定し、再度、ステップS207～S211、S213の処理を繰り返す。

【0068】よって、最終的に、評価関数と目標温度を満たした部品の温度プロファイル $T_b(t)$ および基板の温度プロファイル $T_k(t)$ が得られ、それらプロファイルを得るためのヒータおよびブローの設定温度を提示することができる。

【0069】上述した説明では、加熱条件演算装置400は、部品の温度プロファイル $T_b(t)$ および基板の温度プロファイル $T_k(t)$ が、最初に評価関数と目標温度を満たした際のそれら温度プロファイルとヒータおよびブローの設定温度とを表示するとしたが、温度プロファイル $T_b(t)$ および基板の温度プロファイル $T_k(t)$ が評価関数と目標温度を同時に満たすようなヒータおよびブローの設定温度の組み合わせが、幾とおりも存在することが考えられる。

【0070】そこで、例えば、基板と部品との温度差が

所定の許容温度以下であるか否かを判定する関数を評価関数とした場合に、その評価関数と目標温度とを満たす部品の温度プロファイル $T_b(t)$ および基板の温度プロファイル $T_k(t)$ の複数の組み合わせのうち、さらに、基板と部品との温度差が最小となるプロファイルを選別する第2の評価関数を導入してもよい。よって、この場合、目標温度を満たすとともに、基板と部品との温度差が最小となる部品の温度プロファイル $T_b(t)$ および基板の温度プロファイル $T_k(t)$ と、それらプロファイルを得るためのヒータおよびブローの設定温度が表示される。

【0071】同様に、部品の温度プロファイル $T_b(t)$ と基板の温度プロファイル $T_k(t)$ の最大値がそれぞれ所定の許容温度を超えているか否かを評価する関数を評価関数とした場合も、基板と部品のそれぞれにおいて所定の許容温度との温度差またはその温度差の n 乗($n>0$)の積分値が最小となるプロファイルを選別する第2の評価関数を導入することができる。

【0072】図9は、ヒータ／ブロー設定温度の演算結果の表示例を示す図である。図9に示すように、演算結果ウィンドウ502に、ヒータおよびブローの設定温度が表示される。なお、図9には、設定値入力ウィンドウ501内に、入力部410によって入力されたデータも示している。特に、上記ステップS201～S203での各データの inputs は、この設定値入力ウィンドウ501の該当する箇所に直接数値を入力することで実現することもできる。

【0073】特に、図9に示す例では、41秒後、130秒後、171秒後が順に図2に示した領域1、領域2、領域3を脱する位置に相当し、例えば、設定値入力ウィンドウ501内の171秒後の基板温度の入力欄を、目標温度426の入力欄とすることができる。また、設定値入力ウィンドウ501内の171秒後の基板一部品間温度差の入力欄を、評価関数設定データの入力欄とすることもできる。さらに、グラフ・ウィンドウ503に示すように、部品および基板の温度プロファイルを表示してもよい。

【0074】以上に説明したとおり、実施の形態2にかかる加熱条件演算装置および加熱条件演算方法によれば、実施の形態1に示したように、ヒータに対する部品および基板の形態係数を簡易的に導入して、所定時間後の部品および基板の温度をより正確にかつ迅速に知得することを可能にするとともに、部品および基板の温度プロファイルが目標温度と所定の評価関数を同時に満たすために、ヒータおよびブローの設定温度を演算するので、利用者は、ヒータおよびブローの設定温度を適宜変更した結果からそれら設定温度が適切か否かを見出すといった煩雑な処理から開放され、リフロー装置に設定する加熱条件をより最適にかつ迅速に取得することができる。

【0075】また、実施の形態2にかかる加熱条件演算装置は、リフロー装置内の一部の構成要素として組み込んでもよい。図10は、実施の形態2にかかる加熱条件演算装置を組み込んだリフロー装置の概略構成を示すブロック図である。図10において、リフロー装置600は、制御部610に、加熱条件演算装置400によって演算されたヒータおよびブロー設定温度を入力し、制御部610は、入力されたヒータおよびブロー設定温度に基づいてヒータ620およびブロー630を制御する。

【0076】なお、以上に説明した実施の形態2にかかる加熱条件演算装置は、コンピュータ・システムに代替することができ、その場合、上記した部品／基板温度演算部440、形態係数演算部430および判定部480は、CPU上のロジックにより実現され、上記した加熱条件演算方法は、コンピュータ・プログラムによって実現される。

【0077】

【発明の効果】以上に説明したように本発明にかかる熱解析装置および熱解析方法によれば、被加熱物の形態係数を、その被加熱物と加熱源との位置との対応関係を示した形態係数設定データから決定し、その形態係数を用いた伝熱式によって被加熱物の温度を演算するので、煩雑な形態係数の入力作業を省くことができるとともに、所定時間後の被加熱物の温度をより正確にかつ迅速に知得することができるという効果を奏する。

【0078】また、本発明にかかる加熱条件演算装置および加熱条件演算方法によれば、加熱源に対する被加熱物の形態係数を簡易的に導入して、所定時間後の被加熱物の温度をより正確にかつ迅速に知得することを可能にするとともに、被加熱物の温度プロファイルが所定の評価関数を満たすために、加熱源の設定温度等の加熱条件を演算するので、利用者は、加熱条件を適宜変更した結果からそれら加熱条件が適切か否かを見出すといった煩雑な処理から開放され、加熱炉に設定する加熱条件をより最適にかつ迅速に取得することができるという効果を奏する。

【0079】また、本発明にかかるプログラムによれば、上記した熱解析方法および加熱条件演算方法をコンピュータ上で実現することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態1にかかる熱解析装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】実施の形態1において想定しているリフロー装置の構成図である。

【図3】ヒータに対する基板の位置と形態係数との対応データの一例を説明するための説明図である。

【図4】ヒータに対する基板の位置と形態係数との対応データの他の例を説明するための説明図である。

【図5】実施の形態1にかかる熱解析装置の動作を示す

フローチャートである。

【図6】実施の形態1にかかる熱解析装置による熱解析結果の表示例を示す図である。

【図7】実施の形態2にかかる加熱条件演算装置の概略構成を示すブロック図である。

【図8】実施の形態2にかかる加熱条件演算装置の動作を示すフローチャートである。

【図9】実施の形態2にかかる加熱条件演算装置によるヒータ／ブロー設定温度の演算結果の表示例を示す図である。

【図10】実施の形態2にかかる加熱条件演算装置を組み込んだリフロー装置の概略構成を示すブロック図である。

【図11】従来のリフロー装置の構成と温度プロファイルを説明するための説明図である。

【符号の説明】

100 熱解析装置

110, 410 入力部

130, 430 形態係数演算部

140, 440 部品／基板温度演算部

170, 470 表示部

201 表面実装回路基板

202 コンベア

203 ヒータ

204 ブロー

301, 501 設定値入力ウィンドウ

302 解析結果ウィンドウ

303, 503 グラフ・ウィンドウ

400 加熱条件演算装置

480 判定部

502 演算結果ウィンドウ

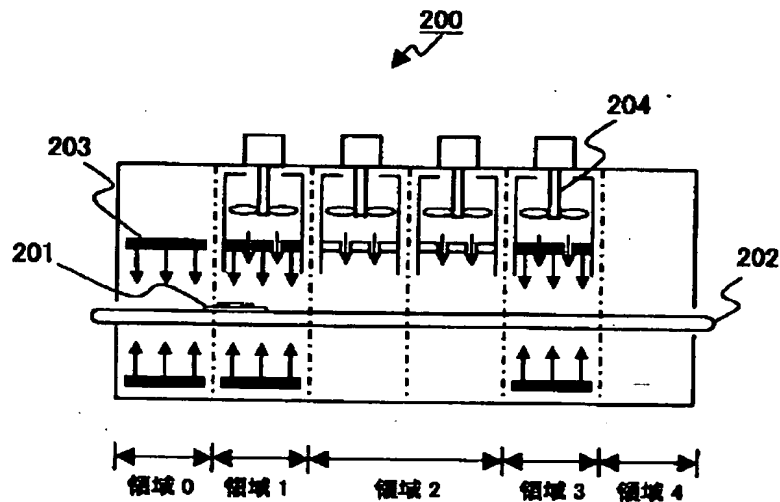
600 リフロー装置

610 制御部

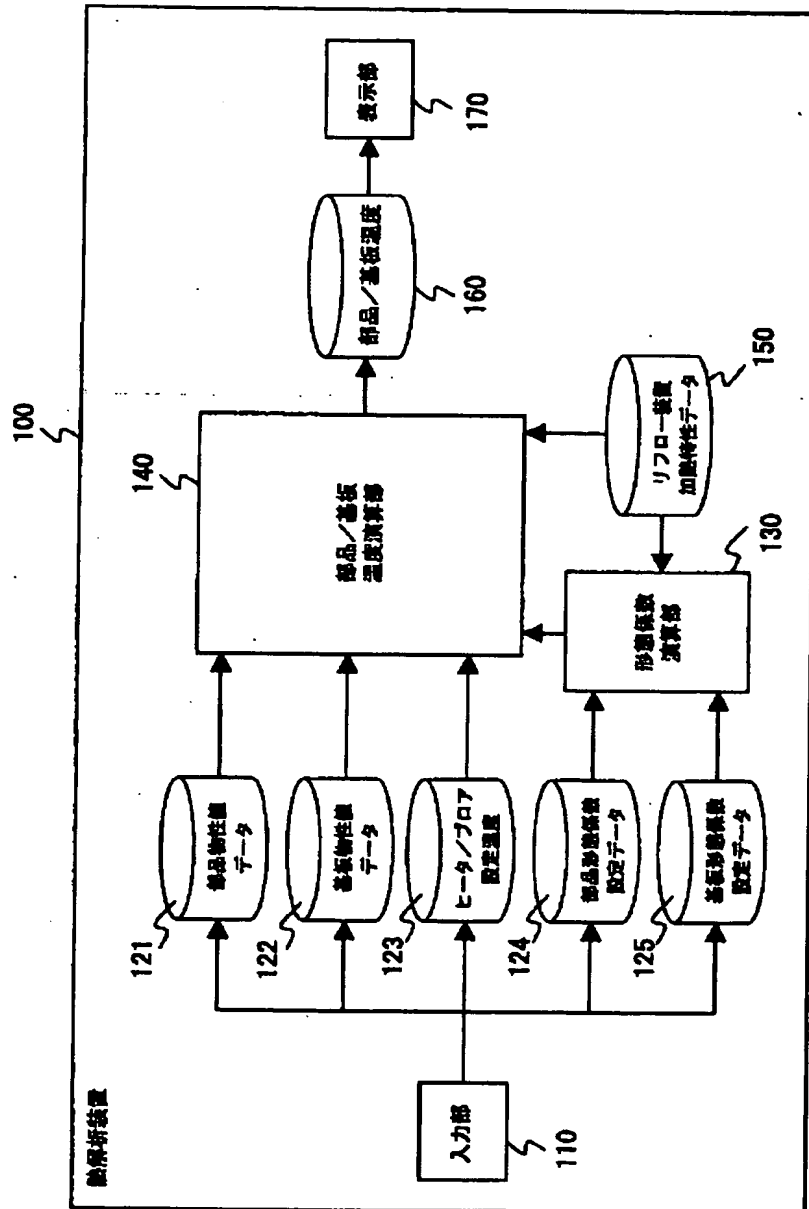
620 ヒータ

630 ブロー

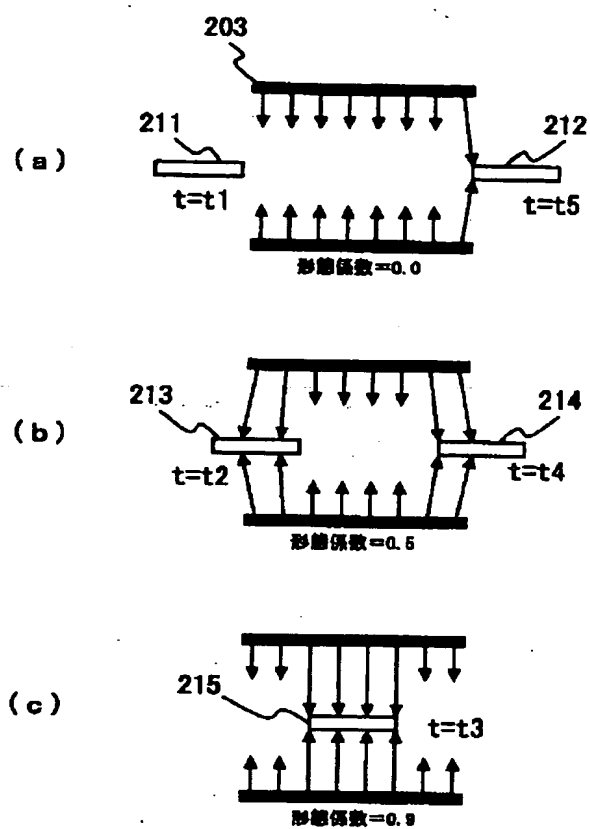
【図2】



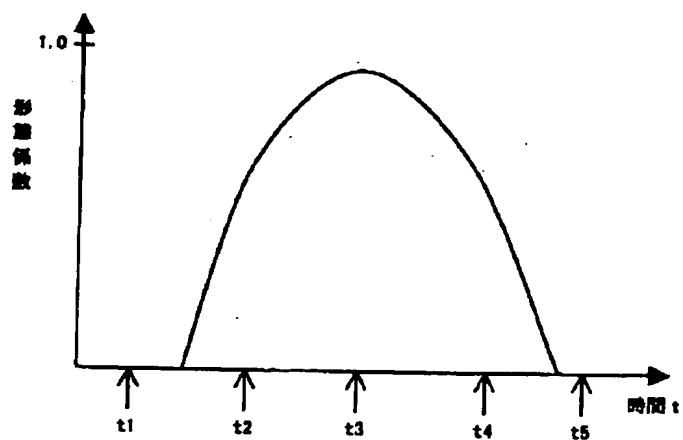
【図1】



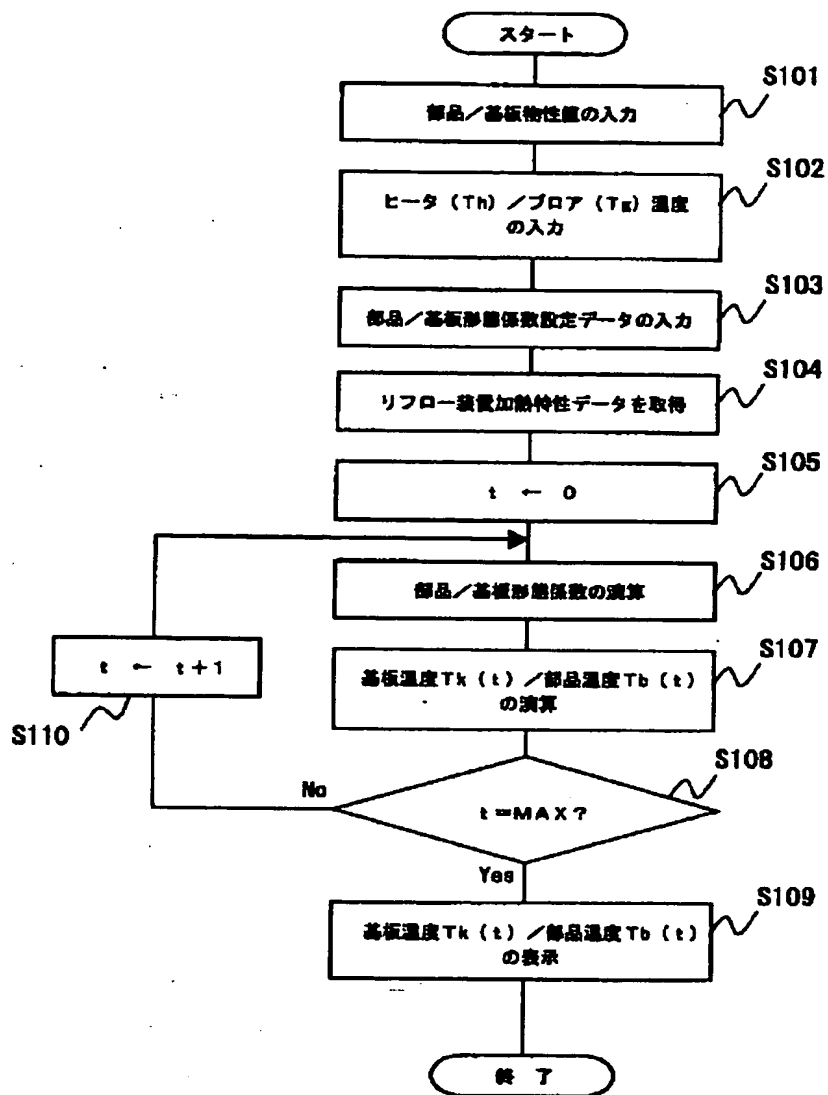
【图3】



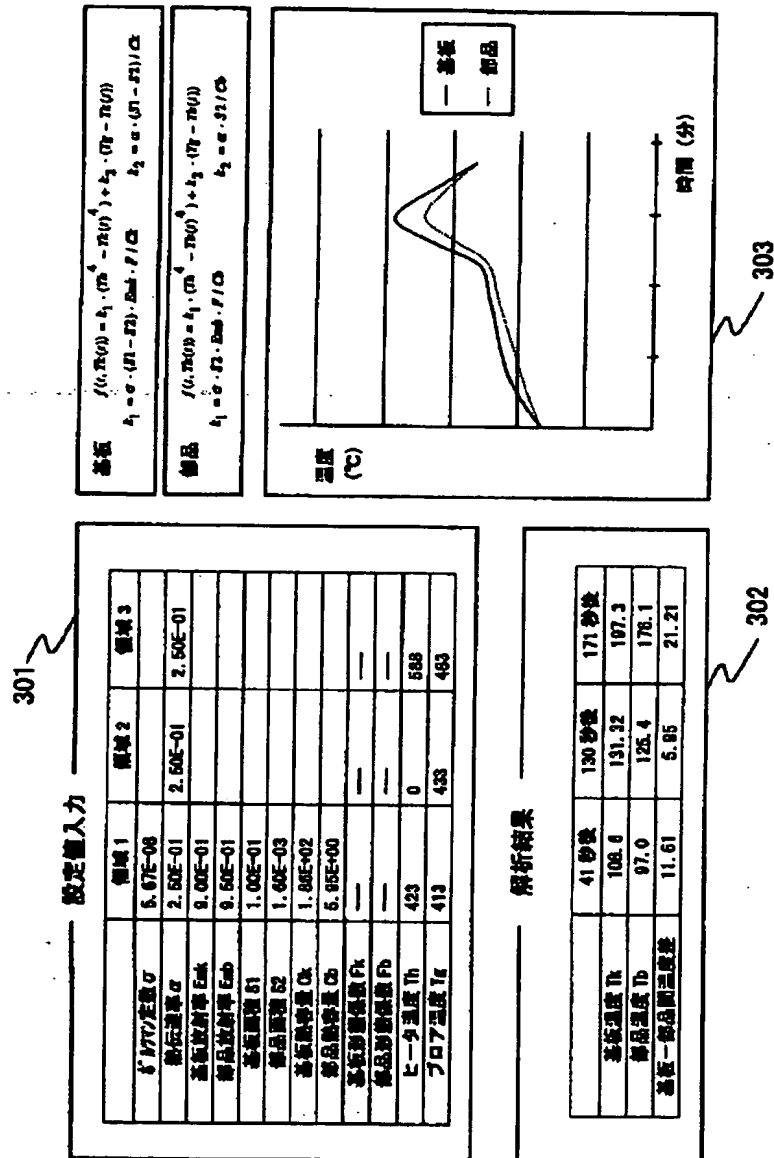
【图4】



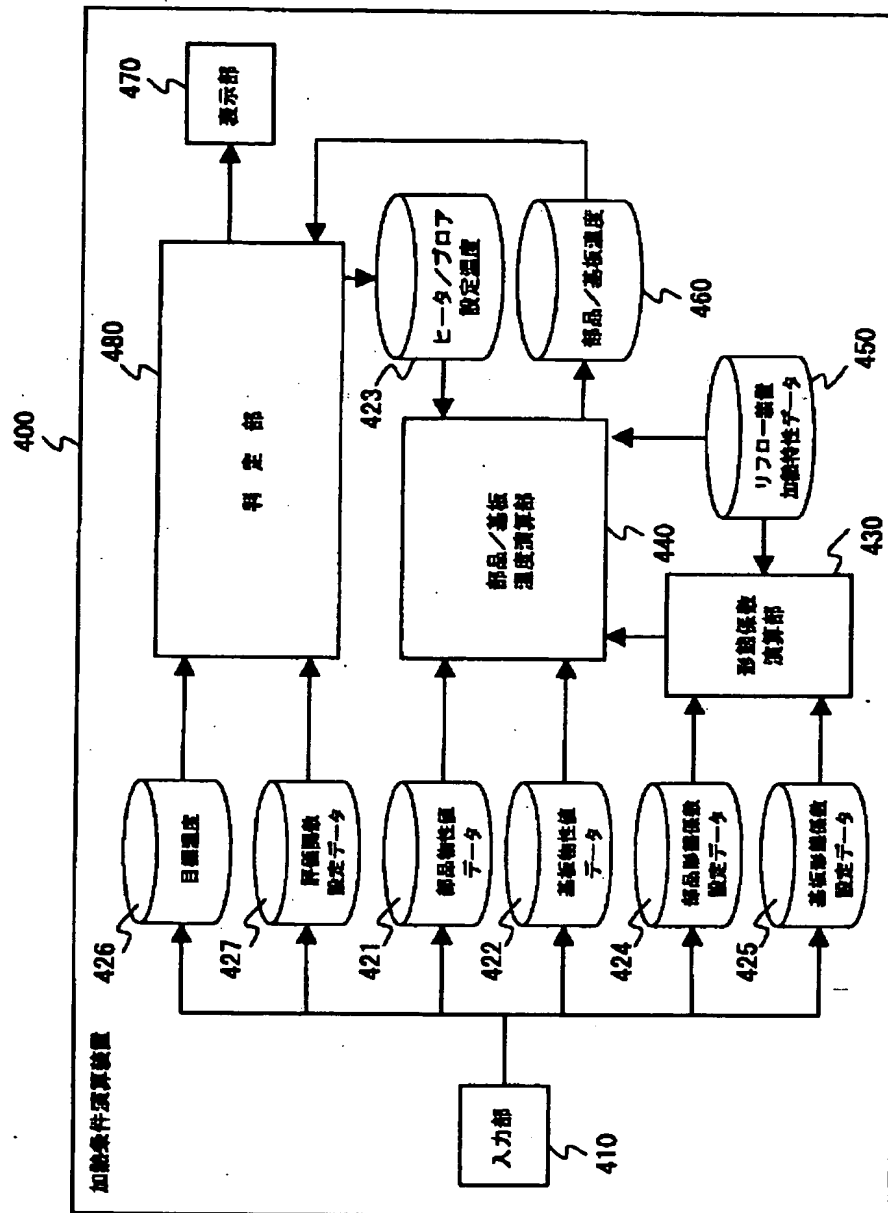
【図5】



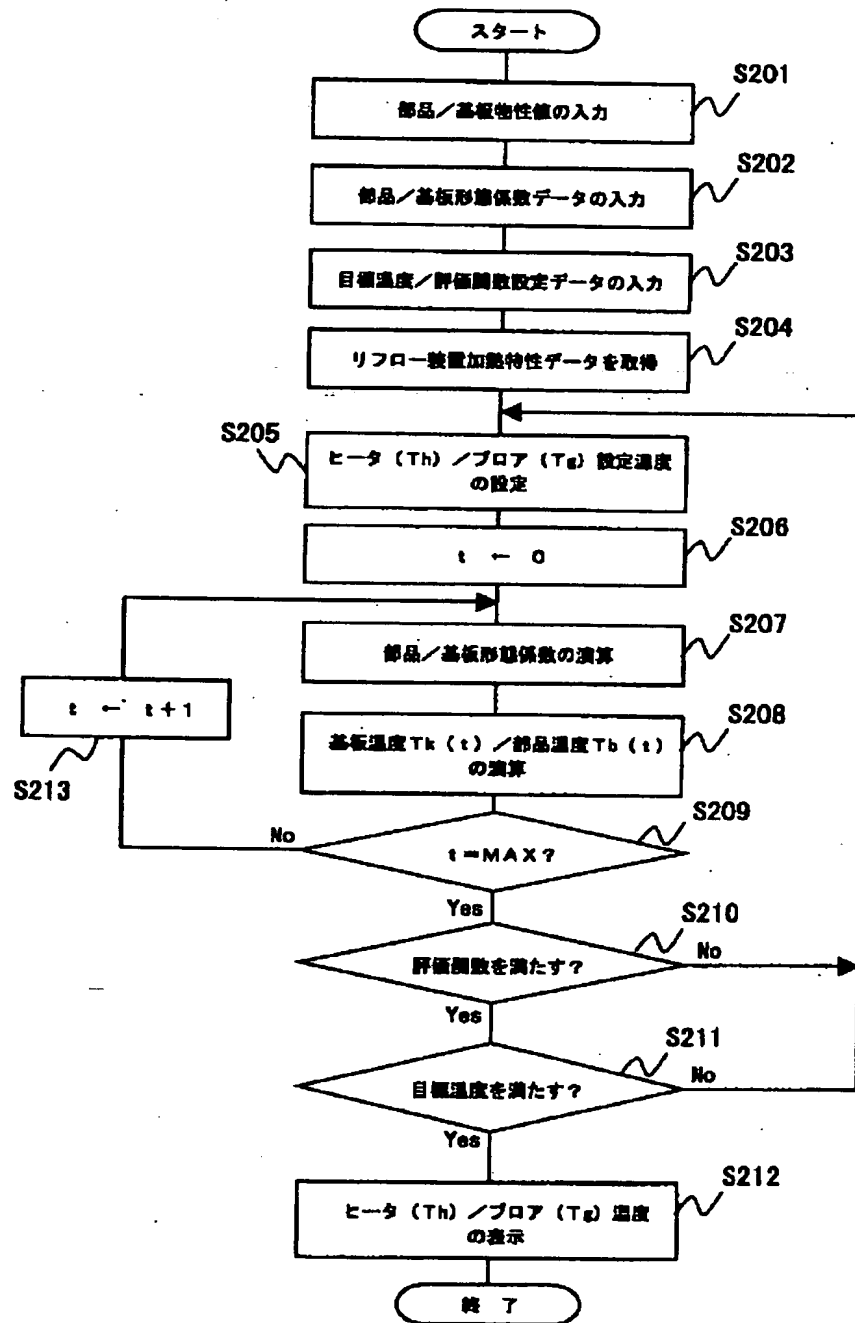
【図 6】



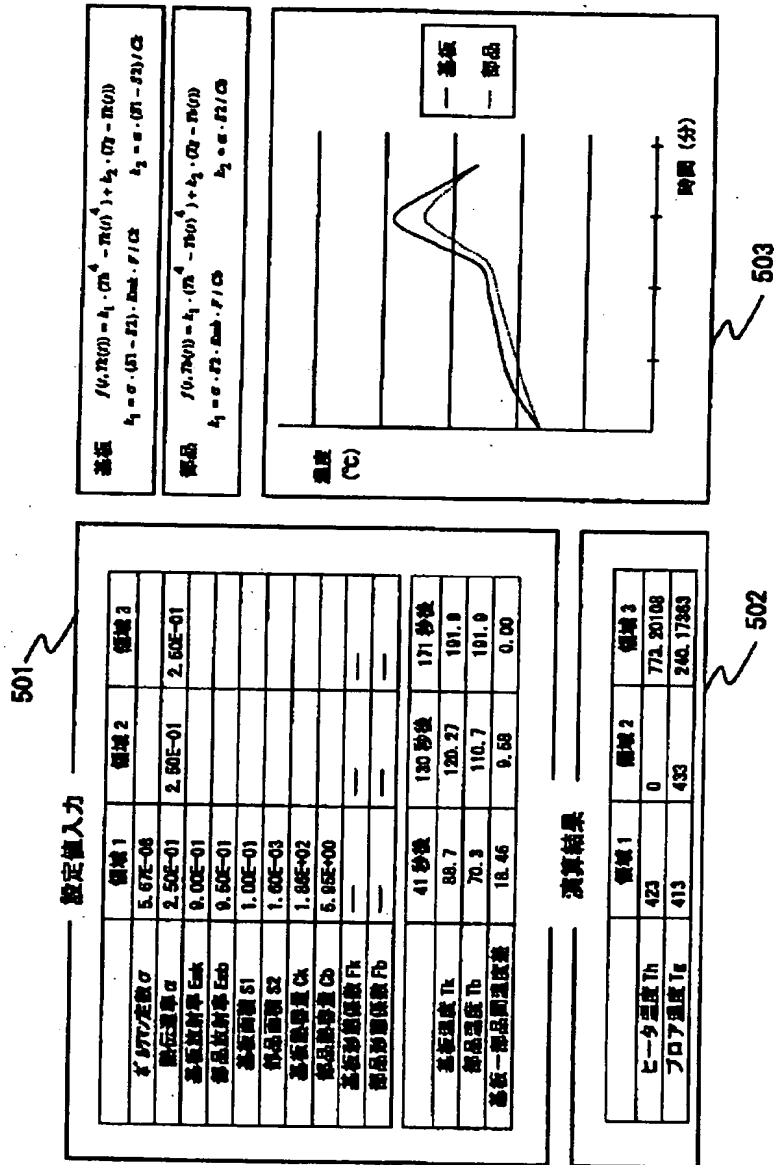
【図 7】



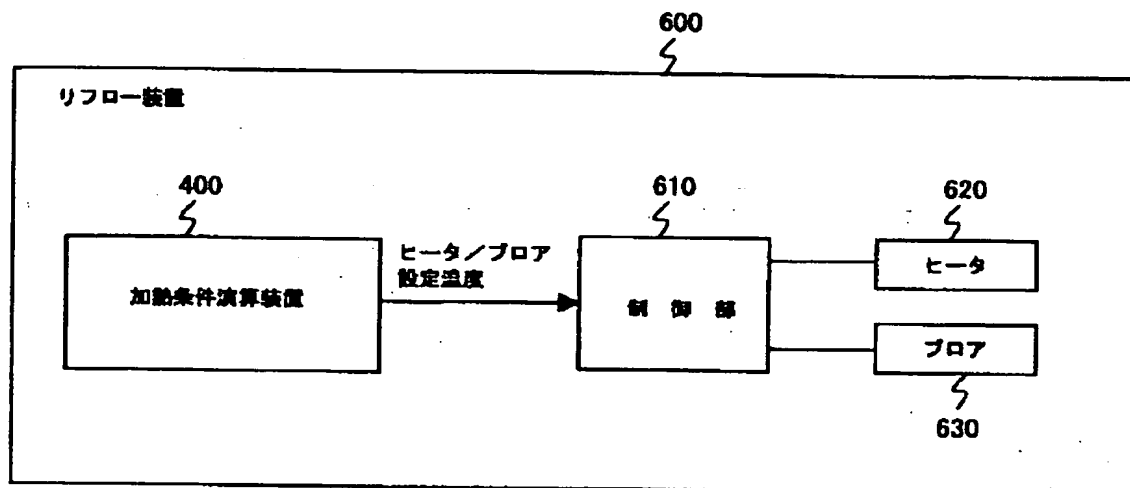
【図8】



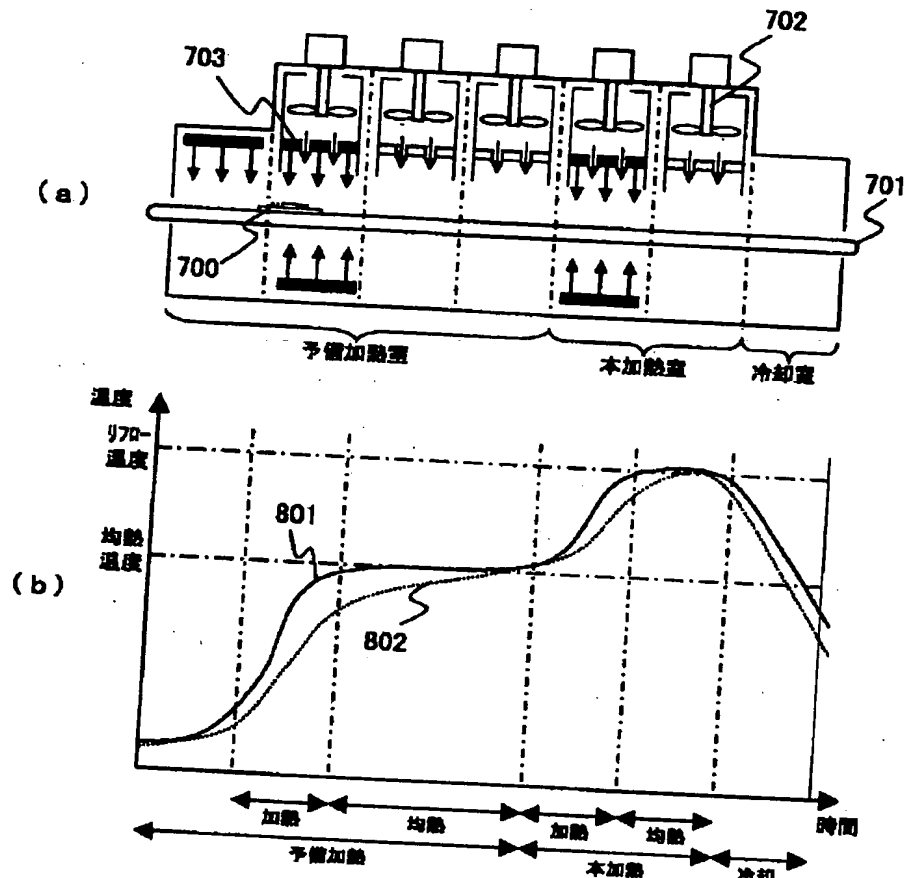
【表9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷
B 23 K 101:42

識別記号

F I
B 23 K 101:42

ターム (参考)

(72) 発明者 中村 芳雄
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内

(72) 発明者 磯貝 悟
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内
Fターム (参考) 5E319 AA03 AB05 AC01 BB05 CC33
CC49 CC58 CD29 CD51 GG01